

# METHOD FOR ADJUSTING MOVABLE AMOUNT OF WORM SHAFT AND GEAR REDUCER FOR ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

**Publication number:** JP2004243947

**Publication date:** 2004-09-02

**Inventor:** TANAKA HAJIME; YAMADA NAOTAKE; NISHIKAWA TOMOHISA; YONETANI TAKEAKI

**Applicant:** TOYOTA MOTOR CORP; KOYO SEIKO CO

**Classification:**

**- international:** **B62D5/04; B62D5/24; F16H1/16; F16H57/02; B62D5/04; B62D5/20; F16H1/04; F16H57/02; (IPC1-7): B62D5/04; B62D5/24; F16H1/16**

**- European:** B62D5/04D; F16H57/02F1

**Application number:** JP20030037086 20030214

**Priority number(s):** JP20030037086 20030214

**Also published as:**

EP1447305 (A2)  
US7177744 (B2)  
US2004210365 (A1)  
EP1447305 (A3)  
CA2457640 (A1)

more >>

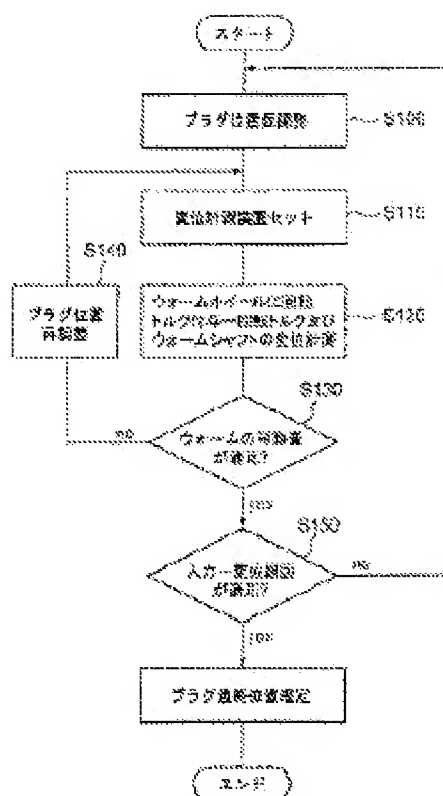
Report a data error here

## Abstract of JP2004243947

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To assure a movable amount of an appropriate worm shaft (or a worm) in a structure for supporting the worm shaft through a resilient member.

**SOLUTION:** This invention relates to a method for adjusting a movable amount so as to adjust a movable amount of a worm shaft 52 in a gear reducer 40 for an electric power steering device where the worm shaft 52 is movably supported through a resilient member 82 in a direction directed toward a rotating shaft. This method comprises a first step in which the worm shaft 52 is moved to each of both sides in a direction X directed toward the rotating shaft to its maximum limit before assembling the worm shaft 52 having a worm 44 formed to be engaged with a worm wheel 42 to the output shaft 52 of a motor 50; a second step for measuring a displacement of the worm shaft 52 during the first step; a third step for calculating the movable amount of the worm shaft 52 in response to the result of measurement of the second step; and a fourth step for adjusting the movable amount of the worm shaft 52 in response to the result of calculation of the third step.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-243947

(P2004-243947A)

(43) 公開日 平成16年9月2日 (2004. 9. 2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/24

F 1 6 H 1/16

F 1

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/24

F 1 6 H 1/16

テーマコード (参考)

3 D 0 3 3

3 J 0 0 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-37086 (P2003-37086)

(22) 出願日 平成15年2月14日 (2003. 2. 14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(72) 発明者 田中 肇

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山田 尚武

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

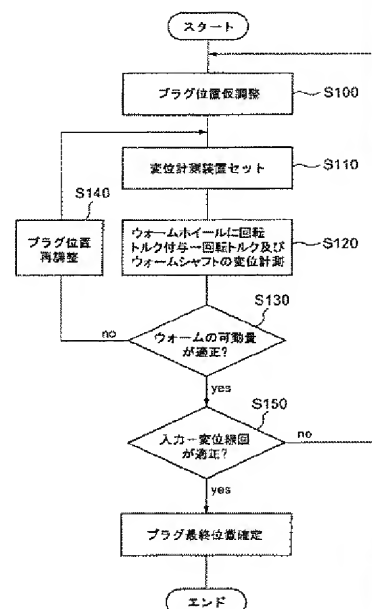
(54) 【発明の名称】 ウォームシャフト可動量調整方法及び電動パワーステアリング装置用減速機

(57) 【要約】

【課題】ウォームシャフトを弾性体を介して支持する構造において、適正なウォームシャフト（又は、ウォーム）の可動量を保証すること。

【解決手段】本発明は、ウォームシャフト52が弾性体82を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機40における、ウォームシャフト52の可動量を調整する可動量調整方法であって、ウォームホイール42に噛合するウォーム44が形成されたウォームシャフト52をモータ50の出力軸52に組み付ける前に、ウォームシャフト52を回転軸方向X両側にそれぞれ最大限移動させる第1ステップと、前記第1ステップ中におけるウォームシャフト52の変位を測定する第2ステップと、前記第2ステップの測定結果に基づいて、ウォームシャフト52の可動量を算出する第3ステップと、前記第3ステップの算出結果に応じて、ウォームシャフト52の可動量を調整する第4ステップとを含むことを特徴とする。

【選択図】 図11



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

ウォームシャフトが弾性体を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機における、前記ウォームシャフトの可動量を調整する可動量調整方法であって、

ウォームホイールに噛合するウォームが形成された前記ウォームシャフトをモータの出力軸に組み付ける前に、前記ウォームシャフトを回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させる第1ステップと、

前記第1ステップ中における前記ウォームシャフトの変位を測定する第2ステップと、

前記第2ステップの測定結果に基づいて、前記ウォームシャフトの可動量を算出する第3ステップと、

前記第3ステップの算出結果に応じて、前記ウォームシャフトの可動量を調整する第4ステップとを含むことを特徴とする、可動量調整方法。

**【請求項2】**

前記第1ステップ中のウォームシャフトの移動は、前記ウォームシャフトの回転を拘束した状態で、前記ウォームホイールに回転トルクを付与することにより実現される、請求項1記載の可動量調整方法。

**【請求項3】**

前記第2ステップでは、前記ウォームシャフトの変位の履歴と共に、前記ウォームホイールの回転トルクの履歴が測定され、

前記第3ステップでは、前記ウォームホイール付与される回転トルクに対する前記ウォームシャフトの変位の関係が評価される、請求項2記載の可動量調整方法。

**【請求項4】**

ウォームシャフトが弾性体を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機における、前記ウォームシャフトの可動量を調整する可動量調整装置であって、

ウォームホイールに噛合するウォームが形成された前記ウォームシャフトをモータの出力軸に組み付ける前に、前記ウォームシャフトを前記回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させる入力手段と、

前記ウォームシャフトが回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動した際の前記ウォームシャフトの変位に基づいて、前記ウォームシャフトの可動量を検出する可動量検出手段と、

前記ウォームシャフトの可動量に検出結果に応じて、前記ウォームシャフトの可動量を調整する可動量調整手段とを含むことを特徴とする、可動量調整装置。

**【請求項5】**

前記入力手段は、前記ウォームシャフトの回転が拘束された状態で、前記ウォームホイールに回転トルクを付与する、請求項4記載の可動量調整装置。

**【請求項6】**

前記入力手段は、前記ウォームシャフトに前記回転軸方向の荷重を付与する、請求項4記載の可動量調整装置。

**【請求項7】**

ウォームシャフトが弾性支持体を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機であって、

前記弾性支持体が、前記ウォームシャフトの移動に伴い前記回転軸方向で相対的に移動する2つの部材と、前記回転軸方向で前記2つの部材間に配設される弾性体と、前記弾性体の外周部を前記ウォームシャフトの径方向から覆う共に、前記2つの部材の一方の部材に結合されるカバー部材とから構成されることを特徴とする、電動パワーステアリング装置用減速機。

**【請求項8】**

前記2つの部材は、前記弾性体が着座する着座面をそれぞれ有し、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の着座面に、他方の部材の着座面に向かって突出する突起部が形成され

ている、請求項7記載の電動パワーステアリング装置用減速機。

【請求項9】

回転軸方向に可動なウォームシャフトを前記回転軸方向で弾性支持するための減速機用弾性支持組立体であって、

前記ウォームシャフトが挿通する挿通穴をそれぞれ有し、前記ウォームシャフトの移動に伴い前記回転軸方向で相対的に移動する略円板状の第1及び第2の部材と、

前記回転軸方向で前記第1部材と第2部材の間に配設され、前記ウォームシャフトが挿通する挿通穴を有した弾性部材と、

前記ウォームシャフトが挿通する挿通穴を有する上面と、該上面の外周部から前記第1の部材の外周部まで延在する筒状の周壁とを有したカバー部材とを備え、

前記カバー部材の前記周壁が、前記第1部材に結合され、前記弾性体及び前記第2部材が、前記第1部材及び前記カバー部材の上面及び周壁により画成される空間内に脱離不能に収容されている、減速機用弾性支持組立体。

【請求項10】

前記第1及び第2の部材は、前記弾性体が着座する着座面をそれぞれ有し、前記第1及び第2の部材の少なくとも一方の部材の着座面に、他方の部材の着座面に向かって突出する突起部が形成されている、請求項9記載の減速機用弾性支持組立体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に、ウォームシャフトが弾性体を介して回転軸方向に可動に支持されている電動パワーステアリング装置用減速機、及び、電動パワーステアリング装置用減速機のウォームシャフトの可動量を調整する可動量調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ステアリングハンドルの操舵角に応じてモータを駆動し、当該モータの回転出力をウォームギア機構で減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、ウォームギア機構を構成するウォームとウォームホイールの歯面間に適度なバックラッシュを設定するため、ウォームが形成されたウォームシャフトを軸方向に弾性的に支持する構造が知られている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。この従来の構造によると、ウォームホイールと噛合するウォームが軸方向に可動となるので、ウォームホイールに過大なトルクが付加された場合であっても、ウォームの軸方向の移動によりウォームとウォームホイールの歯面間の衝突が緩和され、歯面の衝突による異音を低減することが可能となる。尚、これらの特許文献には、ウォームを軸方向に弾性的に支持する手段として、ウォームのフランジ部と軸受との間に設けられる皿バネやリング等の弾性体が開示されている。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-43062号公報

【0004】

【特許文献2】

特開平11-171027号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の従来技術のようなウォームシャフトが弾性体を介して支持された構造においては、弾性体等の個体の寸法誤差や組み付け誤差に起因して、ウォームの可動量にバラツキが生ずる場合が考えられる。かかる場合、ウォームシャフトの意図した移動量が確保されず、若しくは、軸受への与圧が不足して軸受のガタツキが生じやすくなり、この結果、ハンドル操作のフィーリングが悪化したり、異音が生じたりするという不都合が生じる。また、ウォームの可動量のバラツキに起因して、弾性体に意図した荷重以上の負荷

がかかる場合、弾性体の耐久性の観点から問題点が生ずる。

【0006】

また、上述の従来技術のようなウォームシャフトが弾性体を介して支持された構造においては、弾性体の伸縮に伴い弾性体とバネ座の間で摺動が生ずるため、当該摺動部から発生する磨耗粉が、ウォームとウォームホイールの噛み合い部に混入し、ウォームやウォームホイールの耐久性を低下させるという問題点も生ずる。また、逆に弾性体とバネ座の間に異物が混入すると、弾性体の伸縮動作が阻害される場合があり、適正なウォームの可動量が得られなくなるという恐れがある。

【0007】

従って、ウォームシャフトが弾性体を介して支持された構造においては、適正なウォームの可動量を保証することが、上述の不都合や問題点を解決する上で重要となる。更に、このときの適正なウォームの可動量は、弾性体が許容最大変形量を超えて変形しないような範囲内であることが望ましい。

【0008】

そこで、本発明は、ウォームシャフトが弾性体を介して支持された構造において、適正なウォームシャフト（又は、ウォーム）の可動量を常に保証することを総括的な目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の一の局面によると、組み付け後のウォームシャフトの可動量を検出することができると共に、ウォームシャフトの可動量を適正な範囲内に調整することができ、これにより、適正なウォームシャフトの可動量を保証することができる可動量調整方法及び可動量調整装置が提供される。

【0010】

本発明による可動量調整方法は、請求項1に記載する如く、ウォームシャフトが弾性体を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機における、前記ウォームシャフトの可動量を調整する可動量調整方法であって、ウォームホイールに噛合するウォームが形成された前記ウォームシャフトをモータの出力軸に組み付ける前に、前記ウォームシャフトを回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させる第1ステップと、前記第1ステップ中における前記ウォームシャフトの変位を測定する第2ステップと、前記第2ステップの測定結果に基づいて、前記ウォームシャフトの可動量を算出する第3ステップと、前記第3ステップの算出結果に応じて、前記ウォームシャフトの可動量を調整する第4ステップとを含むことを特徴とする。

【0011】

本発明において、ウォームシャフト上に形成されたウォーム、及び、ウォームに噛合するウォームホイールは、モータの回転出力を減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置用減速機を構成する。ウォームシャフトは、弾性体を介して回転軸方向に可動に支持されている。従って、例えばモータ始動時にウォームホイールからの反力がウォームに付加された場合であっても、ウォームシャフトが弾性体の反力に抗しつつ所定の可動範囲内で回転軸方向に移動し、ウォームとウォームホイールとの間の適切な噛合状態が確保される。ところで、実際に減速機として組み付けられた段階でのウォームシャフトの可動量（可動範囲）は、組み付け誤差や各部品の寸法誤差等に起因して、意図した適切な範囲から逸脱している場合がある。一方、モータの出力軸にウォームシャフトが組み付けられた後で、或いは、電動パワーステアリング装置として組み立てられた後で、ウォームシャフトの可動量を検出・評価することは構造上困難である。これに対して、本発明では、第1ステップとして、ウォームシャフトをモータの出力軸に組み付ける前に、ウォームシャフトが回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させられ（第1ステップ）、その際のウォームシャフトの変位が測定され（第2ステップ）、ウォームシャフトの変位の測

定結果に基づいて、ウォームシャフトの可動量が算出され（第3ステップ）、ウォームシャフトの可動量の算出結果に応じて、ウォームシャフトの可動量が調整される（第4ステップ）。従って、本発明によれば、モータの出力軸への組み付け前段階でウォームシャフトを回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させることで、ウォームシャフトの可動量を検出することができる。また、ウォームシャフトの可動量の検出結果に応じてウォームシャフトの可動量が調整されるので、組み付け後の適正なウォームシャフトの可動量を保証することができる。この結果、ハンドル操作の良好なフィーリングを保証することが可能となると共に、弾性体が発生する弾性力の適正化を図ることが可能となる。

【0012】

また、請求項2に記載する如く、前記第1ステップ中のウォームシャフトの移動が、前記ウォームシャフトの回転を拘束した状態で、前記ウォームホイールに回転トルクを付与することにより実現される場合には、請求項3に記載する如く、ウォームシャフトの変位の履歴と共に、前記ウォームホイールに付与した回転トルクの履歴を検出し、当該検出結果に基づいて、ウォームホイールに付与される回転トルクとウォームシャフトの変位の関係の評価することが可能となる。これにより、ウォームシャフトの全可動範囲に亘って、ウォームホイールに付与される回転トルクとウォームシャフトの変位の関係の評価・調整することが可能となる。これにより、ハンドル操作のフィーリングの更なる向上や、弾性体が発生する弾性力の更なる適正化、不適切な組み付け状態の検出が可能となる。

【0013】

また、本発明による可動量調整方法は、請求項4乃至6に記載する如く、可動量調整装置として具現化することができる。この場合、ウォームシャフトを回転軸方向両側にそれぞれ最大限移動させる入力手段は、請求項6に記載する如く、前記ウォームシャフトに前記回転軸方向の荷重を付与するものであってよい。この場合であっても、ウォームシャフトに付与される荷重とウォームシャフトの変位の関係の評価することが可能である。

【0014】

本発明のその他の局面によると、弾性体の破損や弾性体を変形動作を阻害する異物の混入を防止することができ、これにより、適正なウォームの可動量を保証することができる電動パワーステアリング装置用減速機及び減速機用弾性支持組立体が提供される。

【0015】

本発明による電動パワーステアリング装置用減速機は、請求項7に記載する如く、ウォームシャフトが弾性支持体を介して回転軸方向に可動に支持された電動パワーステアリング装置用減速機であって、

前記弾性支持体が、前記ウォームシャフトの移動に伴い前記回転軸方向で相対的に移動する2つの部材と、前記回転軸方向で前記2つの部材間に配設される弾性体と、前記弾性体の外周部を前記ウォームシャフトの径方向から覆う共に、前記2つの部材の一方の部材に結合されるカバー部材とから構成されることを特徴とする。

【0016】

本発明において、ウォームシャフトは、弾性支持体を介して回転軸方向に可動に支持される。従って、例えばモータ始動時にウォームホイールからの反力がウォームに付加された場合であっても、ウォームシャフトが弾性支持体の弾性体の反力に抗しつつ所定の可動範囲内で回転軸方向に移動し、ウォームとウォームホイールとの間の適切な噛合状態が確保される。ところで、このようにウォームホイールを介してウォームに回転軸方向の荷重が入力されると、2つの部材の相対的な移動に伴い当該2つの部材間で弾性体が伸縮することになるので、2つの部材と弾性体との摺動部に磨耗粉が生ずる場合がある。これに対して、本発明によれば、弾性体の外周部がカバー部材によりウォームシャフトの径方向から覆われているので、弾性支持体の外部へと磨耗粉が飛散するのが防止され、ウォームとウォームホイールとの噛合部への磨耗粉の混入を防止することができる。また、逆に弾性支持体の内部への異物の混入がカバー部材により防止されるので、弾性体の伸縮動作が異物により阻害されることがなく、適正なウォームの可動量を保証することができる。更に、本発明によれば、カバー部材が前記2つの部材の一方の部材に結合されるので、弾性支

持体の4つの構成部品を一体化した組み立て状態でウォームシャフトに配設することができる。これにより、弾性支持体の各部品の誤組み付けを確実に防止できると共に、弾性支持体の組み付け性が向上する。

【0017】

また、請求項8に記載する如く、前記2つの部材が、前記弾性体が着座する着座面をそれぞれ有し、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の着座面に、他方の部材の着座面に向かって突出する突起部が形成されている場合には、突起部が他方の部材の着座面に当接することで、ウォームシャフトの移動に伴う2つの部材の相対的な移動量が規制され、当該2つの部材の着座面間で変形する弾性体の最大変形量を規制することができる。これにより、弾性体の耐久性が向上し、弾性体による適正な弾性力が安定して維持される。

【0018】

また、弾性支持体の4つの構成部品は、請求項9に記載する如く、弾性支持組立体として組み立て状態でウォームシャフトに配設することができる。これにより、弾性支持体の各構成部品の誤組み付けを確実に防止できると共に、弾性支持組立体の組み付け性が向上する。また、弾性支持組立体の内部への異物の混入がカバー部材により防止されるので、弾性体の伸縮動作が異物により阻害されることがなく、適正なウォームの可動量を保証することができる。

【0019】

また、請求項10に記載する如く、前記第1及び第2の部材は、前記弾性体が着座する着座面をそれぞれ有し、前記第1及び第2の部材の少なくとも一方の部材の着座面に、他方の部材の着座面に向かって突出する突起部が形成されている場合には、第1及び第2の部材間で変形する弾性体の最大変形量を規制することができ、弾性体の耐久性が向上する。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照して説明する。

【0021】

図1は、本発明による減速機構組立体40を内蔵する電動パワーステアリング装置の外観図である。図1に示すように、電動パワーステアリング装置10は、ステアリングホイール（ハンドル）側の入力軸12を備えている。入力軸12には、チューブ16内に延在するトーションバー（図示せず）を介して出力軸14が接続されている。出力軸14には、車輪を転舵するための転舵機構（図示せず）が連結されている。出力軸14の外周部には、また、減速機構組立体40を構成するウォームホイール42（図2参照）が固定されている。

【0022】

図2は、図1のラインI-I（ウォームホイール42の基本面）に沿って切断した際の減速機構組立体40の断面図である。減速機構組立体40は、図2に示すように、ハウジング48を備えている。ハウジング48には、ウォームホイール42及びウォームシャフト52が収容されている。ウォームシャフト52は、ハウジング48の略円筒形の中空部48aに収容されている。ウォームシャフト52は、ウォーム44が形成された大径部53aと、大径部53aの両側に小径部53bとを有している。ウォーム44には、出力軸14のウォームホイール42が噛合されている。

【0023】

減速機構組立体40のハウジング48の端部には、電動モータ50を収容するハウジング58が結合されている。電動モータ50の出力軸52には、減速機構組立体40のウォームシャフト52の一端が接続されている。ウォームシャフト52及び電動モータ50の出力軸52は、互いに回転のみを拘束しあう態様で結合されている。具体的には、ウォームシャフト52の小径部53bのモータ側の端部には、回転軸方向Xに沿ってスプライン（図示せず）が形成されており、電動モータ50の出力軸52には、当該スプラインに摺動可能に嵌合する凸部が回転軸方向Xに沿って形成されている。従って、ウォームシャフト52は、電動モータ50の出力軸52と共に回転するが、電動モータ50の出力軸52に

対して回転軸方向Xに摺動することができる。

【0024】

電動モータ50には、図示しない所定のECU（電気制御ユニット）が接続されており、ECUは、車速や前記トーションバーの捩じれ角等に応じて電動モータ50の回転出力を制御する。電動モータ50の回転出力は、ウォームシャフト52上のウォーム44及びウォームホイール42により減速されて出力軸14に伝達される。

【0025】

ウォームシャフト52の2つの小径部53bには、2つのベアリング46がそれぞれ配設されている。ベアリング46は、ウォームシャフト52を回転可能に支持している。図2中右側のベアリング46の右側の端部は、ハウジング48の中空部48aの底部に当接している。図2中左側（電動モータ側）のベアリング46の左側の端部は、後に詳説するブラグ70（調整螺子）に当接している。ウォームシャフト52には、大径部53aと小径部53bの段差により、フランジ面52cが画成されている。大径部53a（フランジ面52c）とベアリング46との間には、以下で詳説する弾性支持体80が各々に配設される。

【0026】

次に、図3乃至図8を参照して、本発明による弾性支持体80について詳説する。図3（A）は、ウォーム44の回転軸方向Xに見た際の、弾性支持体80の一実施例を示す上面図である。図3（B）は、図3（A）のラインI I—I Iに沿って切断した際の弾性支持体80の断面図である。本実施例の弾性支持体80は、弾性体としての皿バネ82（図4参照）と、皿バネ82を回転軸方向Xで両側から挟持するストッパ84（図5参照）及びスペーサ86（図6参照）と、ストッパ84及び皿バネ82をウォームシャフト52の径方向から覆うカバー88（図7参照）とから構成される。これらの4部品は、弾性支持体80としてアSEMBLされた状態でウォームシャフト52上に配設される。

【0027】

皿バネ82は、図4（A）（上面図）に示すように、略円形の外形を有し、皿バネ82の中央部には、ウォームシャフト52の小径部53bが挿通する挿通穴82aが形成されている。尚、挿通穴82aの直径は、ウォームシャフト52の小径部53bの直径よりも大きな値に設定される。挿通穴82aの周縁には、切り欠き部82bが形成されている。この切り欠き部82bには、後述する如く、ストッパ84の突起部84bが挿通される。図4（B）（図4（A）のラインI I—I Iに沿って切断した際の断面図）に示すように、皿バネ82は、薄板により形成され、全体として回転軸方向Xに厚みを有している。皿バネ82は、回転軸方向Xに変形可能な構造を有し、皿バネ82の厚みは、ストッパ84の回転軸方向Xの移動に伴い変化する。

【0028】

ストッパ84は、図5に示すように、円板状の形態を有する。ストッパ84の中央部には、ウォームシャフト52の小径部53bが挿通する挿通穴84aが形成されている。尚、挿通穴84aの直径は、皿バネ82の挿通穴82aの直径よりも小さく、ウォームシャフト52の小径部53bの直径よりも僅かに大きな値に設定される。ストッパ84は、皿バネ82の挿通穴82aの周縁が当接する基本面84c（皿バネ82の着座面）を有する（図3（B）参照）。ストッパ84の挿通穴84aの周囲には、突起部84bが形成されている。突起部84bは、皿バネ82の切り欠き部82bの位置に対応して設定されている。

【0029】

図3（B）に示す組み立て状態において、ストッパ84の突起部84bは、皿バネ82の切り欠き部82bを介してスペーサ86側に突出している。従って、ストッパ84の突起部84bは、スペーサ86の基本面86cに当接することにより、皿バネ82の回転軸方向Xの最大変形量を規制すると共に、皿バネ82の切り欠き部82bと径方向及び周方向で当接することにより、皿バネ82のストッパ84に対する径方向及び周方向の動きを規制する機能を有する。



## 【0030】

スペーサ86は、図6に示すように、皿バネ82及びストッパ84の外形よりも大きい円板状の形態を有する。スペーサ86の中央部には、ウォームシャフト52の小径部53bが挿通する挿通穴86aが形成されている。尚、挿通穴86aの直径は、ストッパ84の挿通穴84aの直径と同一であってよい。スペーサ86は、皿バネ82の外周部が当接する基本面86c（皿バネ82の着座面）を有する（図3（B）参照）。スペーサ86の裏側（ベアリング46側）の面には、図3（A）に示すように、ベアリング46のインナレース46aと当接する当接面86b（図8参照）が、スペーサ86の挿通穴86aの全周に亘り形成されている。従って、弾性支持体80とベアリング46間での回転軸方向Xの力の伝達は、スペーサ86の当接面86bを介して実現される。

## 【0031】

カバー88は、図7（A）（上面図）に示すように、上面89aと筒状の周壁89bとからなる略円形の外形を有している。カバー88の外形は、皿バネ82及びストッパ84の外形よりも大きく設定される。また、カバー88の周壁89bは、最大変形した皿バネ82の外周部が周壁89bに当接しないような径方向の寸法を有する。カバー88の上面89aの中央部には、ウォームシャフト52の大径部53aが挿通する挿通穴88aが形成されている。挿通穴88aの直径は、カバー88の挿通穴88aからのスペーサ86（及び皿バネ82）の脱離を防止するため、スペーサ86の外形よりも小さい値に設定される。カバー88の周壁89bの底縁89cには、図7（B）（図7（A）のラインIV-Vに沿って切断した際の断面図）に示すように、スペーサ86に結合される絞め部88bが形成される。弾性支持体80の組み立ては、スペーサ86上に皿バネ82及びストッパ84をセットし、次いで、カバー88をスペーサ86に絞める（図3（B）のT部参照）ことにより実現される。このようにして組み立てられた弾性支持体80は、ウォームシャフト52に対して回転軸方向Xに摺動可能に組み付けられる。

## 【0032】

図8は、ウォームシャフト52に組み付けられた状態の弾性支持体80を示す図であり、図2のV部を拡大した概略図である。

## 【0033】

図8の組み付け状態において、ベアリング46は、弾性支持体80及びプラグ70（若しくはハウジング48）により挟持されている。このとき、弾性支持体80の皿バネ82は、ストッパ84とスペーサ86の間で弾性変形した状態に維持されている。即ち、弾性支持体80のストッパ84は、皿バネ82が変形する位置まで、カバー88の挿通穴88aを通るウォームシャフト52の大径部53aにより押し込まれている。このとき発生する皿バネ82の反力は、ストッパ84に当接するウォームシャフト52のフランジ面52cと共に、スペーサ86の当接面86bに当接するベアリング46のインナレース46aに伝達される。従って、ベアリング46には、弾性支持体80から回転軸方向Xに押圧力（与圧）が付与されるので、プラグ70（若しくはハウジング48）に対するベアリング46の回転軸方向Xの変位が拘束される。

## 【0034】

ここで、図8の組み付け状態における皿バネ82の変形量（初期変形量）は、後述する如くウォーム44が回転軸方向Xに最大限移動した際にも、ベアリング46に与圧を付与できるような値に設定されている。このため、後述する如くウォーム44が回転軸方向Xの一方の側に最大限移動した場合であっても、他の側の皿バネ82の変形量がゼロとなることはなく、ベアリング46には依然として与圧が付与される。従って、皿バネ82の初期変形量を適切な値に設定することで、ウォーム44の全可動範囲に亘りベアリング46の回転軸方向Xのガタツキを防止することが可能となる。

## 【0035】

また、図8の組み付け状態において、ストッパ84の突起部84bとスペーサ86との間には、ストッパ84の可動量を決定する隙間Δが形成されている。即ち、弾性支持体80のストッパ84は、皿バネ82のバネ反力に抗して、ウォームシャフト52のフランジ面

52cと当接する位置と、ストップ84の突起部84bがスペーサ86に当接する位置との間で可動となる。このため、ウォームシャフト52上のウォーム44は、ストップ84の可動量によって定まる可動範囲内で、回転軸方向Xに可動となる。従って、路面からの入力、アシスト反力、電動モータ50の始動時の反力等に起因して、ウォーム44にウォームホイール42を介して回転軸方向Xの力が加わった場合であっても、弾性支持体80（皿バネ82）の変形を伴ったウォーム44の回転軸方向Xの移動が引き起こされるので、ウォーム44とウォームホイール42の歯面間で生ずる異音が低減されると共に、ハンドル操作のフィーリングが向上する。

#### 【0036】

しかしながら、実際のウォーム44には、皿バネ82の変形では吸収しきれない過大な力がウォームホイール42を介して入力される場合がある。かかる場合、ウォーム44が、その可動範囲内で最大限移動し、皿バネ82の変形量が最大となる。これに関して、本実施例では、ウォーム44の可動範囲が、上述の如く、ストップ84の突起部84bがスペーサ86に当接する位置で規制されている。このため、本実施例では、ウォーム44に過大な力が加わった場合であっても、ストップ84の突起部84bがスペーサ86に当接した地点から、ウォーム44に加わる力がスペーサ86を介してハウジング48に伝達され、皿バネ82に加わる荷重が増すことはない。即ち、本実施例では、皿バネ82の最大変形量が、ストップ84の突起部84bがスペーサ86に当接することで規制されているため、皿バネ82の許容最大変位量を超えた変形を防止することができる。換言すると、本実施例によれば、ストップ84の基本面84c（皿バネ82の着座面）からスペーサ86の基本面86c（皿バネ82の着座面）に向けて突出する突起部84bの突出量H（高さH）を適切に設定することで、ストップ84の基本面84cとスペーサ86の基本面86cの間の最小近接距離を規定することができ、これにより、皿バネ82の変形可能な量を許容最大変位量内に規制することができる。従って、本実施例によれば、皿バネ82の耐久性が向上すると共に、皿バネ82の破損が確実に防止される。尚、許容最大変位量は、伸縮によって皿バネ82に生ずる応力振幅を許容限度内に規制する観点から決定されてよい。

#### 【0037】

ところで、ウォームシャフト52が回転軸方向Xに移動すると、皿バネ82の伸縮に伴い皿バネ82の外周部がスペーサ86の基本面86c上を摺動することになる。このため、皿バネ82とスペーサ86との摺動部Wには磨耗粉が発生する。このような磨耗粉は、皿バネ82とスペーサ86との摺動部Wの近傍に位置するウォーム44とウォームホイール42の噛み合い部に侵入する恐れがある。従って、ウォーム44やウォームホイール42の耐久性を高めるためには、磨耗粉を含む異物のウォーム44とウォームホイール42の噛み合い部への混入を防止する必要がある。

#### 【0038】

これに対して、本実施例では、図3（B）及び図8に示すように、弾性支持体80のカバー88の底縁89cは、スペーサ86の外周部に沿ってスペーサ86の表面に当接している。このため、カバー88の周壁89bとスペーサ86の間には、実質的に回転軸方向Xの隙間が形成されておらず、弾性支持体80の内部空間は、カバー88の周壁89bにより径方向で閉塞されている。従って、本実施例によれば、弾性支持体80の内部空間で発生する磨耗粉を含む異物が、ウォーム44とウォームホイール42の噛み合い部に侵入することを防止することができる。この結果、本実施例によれば、ウォーム44とウォームホイール42の噛み合い部の信頼性や耐久性が向上する。また、本実施例では、カバー88を設けることにより弾性支持体80の内部空間に外部から異物が混入されることがなく、皿バネ82の伸縮動作が異物の混入により阻害されることもない。

#### 【0039】

また、本実施例の弾性支持体80は、皿バネ82及びストップ84を載置したスペーサ86にカバー88を結合することにより組み立てられるので、生産性が良好であり、また、アセンブルされた状態でウォームシャフト52に装着されるので、作業性や組み付け性が

良好であり、誤組み付け（例えば、ウォームシャフト52に対する皿バネ82の取り付け方向の誤り）が生ずることもない。

#### 【0040】

次に、図9乃至図12を参照して、本発明によるウォーム44の可動量の調整方法について説明する。図9（A）は、ウォームホイール42の基本面に沿って切断した際の、本発明による減速機構組立体40の組み立て状態を示す断面図であり、図9（B）は、図9（A）のラインV-Vに沿って切断した際の減速機構組立体40の組み立て状態を示す断面図である。図10は、プラグ70を回転軸方向Xに見た際の上面図である。本実施例において、ウォーム44の可動量の調整は、以下で説明するように、ベアリング46に当接するプラグ70により実現される。

#### 【0041】

図9及び図10に示すように、プラグ70は筒状の形態であり、ベアリング46のアウタレース46bとの当接面を構成する端面74を有する。プラグ70の外周面70aには、ハウジング48の中空部48aに形成された螺子溝に螺合する螺子山が形成されている。また、プラグ70の内周面には、凹凸面72が形成されている。プラグ70の回転軸方向Xの位置は、プラグ70の凹凸面72に係合させた調整工具（図示せず）を回転させることにより調整される。従って、プラグ70の回転軸方向Xの位置を調整することで、ベアリング46の回転軸方向Xの位置の調整、及び、それに伴うウォーム44の回転軸方向Xの可動量の調整が実現される。

#### 【0042】

ここで、ウォーム44の回転軸方向Xの可動量は、上述の如く、プラグ70の回転軸方向Xの位置が確定した際（及び、それに伴いベアリング46の回転軸方向Xの位置が確定した際）の、弾性支持体80のストッパ84の回転軸方向Xの可動量によって一義的に定まる。即ち、ウォーム44の可動量（片側）は、プラグ70の位置が確定した際の、ストッパ84の突起部84bとスペーサ86との間に形成される隙間Δによって定まる。また、上述の皿バネ82の初期変形量（与圧）は、皿バネ82の非変形時の回転軸方向Xの厚み、及び、プラグ70の回転軸方向Xの位置が確定した際の、スペーサ86の基本面86cに対するストッパ84の基本面84cの回転軸方向Xの距離に依存して定まる。

#### 【0043】

しかしながら、プラグ70が設計値に基づく適正な位置にセットされた場合であっても、実際の組み付け後におけるウォーム44の可動範囲（ストッパ84の可動範囲）やベアリング46に付与される与圧の大きさは、ベアリング46、弾性支持体80及びウォームシャフト52の大径部53a等の回転軸方向Xの寸法精度、組み付け精度、及び、皿バネ82の荷重－撓み特性等の種々の要因に依存するため、これら各部品の寸法誤差の累積、組み付け誤差及び荷重－撓み特性のばらつき等に起因して、所定の適正值から逸脱している場合がありうる。かかる場合には、ハンドル操作のフィーリングが悪化するという不都合や、また、ベアリング46に適正な予圧が付与されず、ウォーム44の移動時にベアリング46に回転軸方向Xのガタツキが生ずるという不都合が生ずる。また、例えば図1の電動パワーステアリング装置の状態において、実際のウォーム44の可動量を検出することは構造上困難である。

#### 【0044】

これに対して、本実施例では、以下に詳説する如く、実際のウォーム44の可動量を検出することを可能とし、ウォーム44の可動量を適正な範囲内に調整することを可能とする。

#### 【0045】

図11は、本発明によるウォーム44の可動量の調整方法を示すフローチャートである。本発明によるウォーム44の可動量の調整は、電動モータ50のハウジング58が減速機構組立体40のハウジング48に結合される前であって、ウォームホイール42が形成された出力軸14が操舵機構に接続される前に実施される。ステップ100では、まず、プラグ70の回転軸方向Xの位置が仮調整される。このときのプラグ70の位置は、設計値

に基づく適正な位置であってよい。

【0046】

続くステップ110では、ウォーム44の可動量を検出する変位計測装置92が、ハウジング48の中空部48aの開口側（電動モータ50のハウジング58の取り付け側）にセットされる。変位計測装置92は、図9（A）に概略的に示すように、バネ92b等により回転軸方向Xに可動に支持されたピン92aを有し、ピン92aの変位（ストローク量）を測定することにより、ウォーム44の可動量を検出するものであってよい。このとき、変位計測装置92のピン92aの先端部は、筒状のプラグ70の内部を通してウォームシャフト52の端面に当接するようにセットされる。このとき、ウォームシャフト52は、回転が拘束され、回転軸方向Xの変位のみが許容される状態にされる。このウォームシャフト52の状態は、変位計測装置92により実現されてよい。この場合、変位計測装置92は、ウォームシャフト52に嵌合される中空軸部93を有し、中空軸部93の内面には、ウォームシャフト52のスプラインと回転軸方向Xに摺動可能に嵌合する凸部が形成されている。尚、この場合、ピン92aは、中空軸部93の中空内部に挿通された構成であってよい。

【0047】

続くステップ120では、ウォーム44に噛合するウォームホイール42に回転トルクを付与する処理が実行される。本実施例では、図9（A）に概略的に示すように、ウォームホイール42が形成された出力軸14を回転させるアクチュエータを備えた入力装置94が用いられる。但し、入力装置94は、ウォームホイール42を直接回転させるものであってもよい。本ステップでは、ウォーム44は、入力装置94により初期位置（例えば、両弾性支持体80の釣り合い位置）から一の側に最大限に移動させられ、次いで、他の側に最大限移動させられ、最終的に、初期位置まで移動させられる。尚、ウォーム44が最大限に移動させられた地点（ストップ84の突起部84bがスパーサ86に当接する地点）の検出は、デューティがある所定数以上若しくは電流がある所定値以上になってもアクチュエータのロータが回転せず、この状態が数秒継続するか否かを検出するものであってよい。本ステップ中には、出力軸14に付与した回転トルクの値（履歴）が入力装置94により出力されると共に、ウォームシャフト52の変位（初期位置を基準とした変位）の値（履歴）が変位計測装置92により出力される。

【0048】

続くステップ130では、変位計測装置92により測定された変位の値に基づいて、ウォーム44の可動量が適正な範囲内か否かを判断する処理が実行される。本ステップでは、好ましくは、出力軸14に付与した回転トルクの履歴及びウォームシャフト52の変位の履歴に基づいて、図12に示すような入力変位線図が形成される。図12に示すように、ウォーム44の可動量（トータルの可動量）は、ウォームシャフト52の変位の最大値と最小値の差として求められる。本ステップにおいて、ウォーム44の可動量が適正な範囲内（例えば、 $0.6 \pm 0.04$  mm）であると判断された場合、ステップ150に進み、それ以外の場合には、プラグ70の位置の再調整を行うべくステップ140に進む。

【0049】

ステップ140では、ウォーム44の可動量の適正な範囲内からの逸脱量や逸脱方向に応じて、プラグ70の位置が再調整される。例えば、ウォーム44の可動量が、適正な範囲内からプラス方向に逸脱している場合には、上述の調整工具を用いて、プラグ70が逸脱量に応じた量だけハウジング48内に更に螺進される。本ステップ140が終了すると、上記ステップ120に戻り、続くステップ130で再調整後のウォーム44の可動量が再評価される。尚、上述の調整工具の機能（即ち、プラグ70の位置を変化させる機能）は、変位計測装置92により実現されてもよい。この場合、変位計測装置92の中空軸部93の外周面には、プラグ70の内周面の凹凸面72に対応した凹凸面が形成され、中空軸部93を回転させることにより、プラグ70の位置の再調整が実現される。尚、プラグ70の位置が再調整された後には、続くステップ120中のウォームシャフト52の回転を拘束するために、変位計測装置92の中空軸部93の回転は拘束される。これにより、プ

ラグ70の位置の再調整に係る作業工程の簡略化や作業時間の短縮化が可能となる。

#### 【0050】

ステップ150では、図12に示すような入力変位線図に基づいて、ウォーム44の適正な可動範囲の全体に亘って、所望のウォーム44の可動特性が実現されているか否かが最終判断される。例えば、図12に示す入力変位線図に基づいて、ウォーム44の変位に対する回転トルクの大きさや、ウォーム44の移動方向の相異による回転トルクの差異を評価することで、ベアリング46に適正な予圧が付与されているか（弾性支持体80の皿バネ82の初期変形量が適切か）否かを判断することや、弾性支持体80やベアリング46とウォームシャフト52間の摺動抵抗が適切であるか（適正な組み付け状態が確保されているか）否かを判断することが可能である。本ステップ150において、入力変位特性に基づいて所望のウォーム44の可動特性が実現されていると判断された場合には、ステップ160に進み、プラグ70が最終調整位置でロックナット74（図9（A）参照）により保持され、ウォーム44の可動量の調整（減速機構組立体40の組み立て）が完了する。一方、所望のウォーム44の可動特性が実現されていないと判断された場合には、所望の入力変位線図を得るべく、再組み付けや部品交換等が実施された後、再度ステップ100からの処理が実行される。尚、この入力変位線図は、設計初期段階で皿バネ82の荷重-撓み特性の評価・調整等に用いることもできる。

#### 【0051】

以上のように本実施例によれば、実際のウォーム44の可動量（図9の減速機構組立体40の組み立て状態でのウォーム44の可動量）を検出することが可能となると共に、実際のウォーム44の可動量を調整することが可能となり、この結果、例えば実際のウォーム44の可動量をノミナル値（例えば、0.6mm）に対して0.01mmのオーダ（例えば、 $0.6 \pm 0.04$ mm）の許容誤差内で厳しく管理することが可能となる。従って、本実施例によれば、ベアリング46や弾性支持体80等の寸法誤差、組み付け誤差、及び、皿バネ82の荷重-撓み特性のバラツキ等に影響を受けることなく、常に適正なウォーム44の可動範囲やベアリング46への適正な与圧の付与を実現することが可能となる。また、本実施例によれば、入力変位線図に基づいて、実際のウォーム44の可動特性や組み付け状態を評価することができ、減速機構組立体40の信頼性を大幅に向上することができる。

#### 【0052】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

#### 【0053】

例えば、上述した実施例において、弾性支持体80のスペーサ86にストッパ84の機能を持たせることも可能である。この場合、スペーサ86の基本面86cに、ストッパ84の基本面84cに当接する突起部が形成され、上述した実施例と同様に、皿バネ82の回転軸方向Xの最大変形量を規制することが可能となる。また、同様の突起部は、スペーサ86及びストッパ84に双方に形成されてもよい。また、上述した実施例において、弾性支持体80の皿バネ82に代わって、例えばOリング、ゴム、コイルスプリング等の他の弾性体を用いることも可能である。

#### 【0054】

また、上述した実施例では、ウォーム44の可動量を検出するため、ウォームシャフト52の変位が計測されていたが、ウォームホイール42の回転量を測定し、当該回転量に基づいてウォーム44の可動量を推定する構成も可能である。この場合、図12の入力変位線図に代わって、入力回転量線図が上記ステップ150の最終判断に用いられてよい。

#### 【0055】

また、上述した実施例では、ハウジング48の中空部48aの開口側から、筒状のプラグ70にピン92aを貫通させることで、ウォームシャフト52の変位が計測されていたが

、ハウジング48の中空部48aの底部にオリフィスを形成し、当該オリフィスにピン92aを挿入することで、ウォームシャフト52の変位を計測する構成も可能である。

【0056】

また、上述した実施例では、ウォームシャフト52の変位量（ウォーム44の可動量）をピン92aの変位量に基づいて機械的に測定するものであったが、その他の機械的な測定方法や、光学的な測定方法を用いることも可能である。また、ウォームシャフト52の変位の測定は、ウォームシャフト52の端部をチャック（回転及び回転軸方向の変位を拘束）し、ウォームシャフト52を回転軸方向Xに押し引きできる変位計測装置によっても実現可能である。この場合、ウォームシャフト52の変位量と共に、ウォームシャフト52に付加する回転軸方向Xの荷重を測定することで、図12のような入力－変位線図を得ることも可能である。

【0057】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したようなものであるから、以下に記載されるような効果を奏する。本発明によれば、ウォームシャフトを弾性体を介して支持する構造において、適正なウォームシャフト（又は、ウォーム）の可動量を保証することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による減速機構組立体40を内蔵する電動パワーステアリング装置の外観図である。

【図2】図1のラインI－Iに沿って切断した際の減速機構組立体40の断面図である。

【図3】図3（A）は、弾性支持体8を回転軸方向Xに見た際の上面図であり、図3（B）は、図3（A）のラインI I－I Iに沿って切断した際の弾性支持体80の断面図である。

【図4】図4（A）は、皿バネ82を回転軸方向Xに見た際の上面図であり、図4（B）は、図4（A）のラインI I I－I I Iに沿って切断した際の皿バネ82の断面図である。

【図5】ストッパ84を回転軸方向Xに見た際の上面図である。

【図6】スペーサ86を回転軸方向Xに見た際の上面図である。

【図7】図7（A）は、カバー88を回転軸方向Xに見た際の上面図であり、図7（B）は、図7（A）のラインI V－I Vに沿って切断した際のカバー88の断面図である。

【図8】組み付け状態の弾性支持体80を示す概略図である。

【図9】図9（A）は、ウォームホイール42の基本面に沿って切断した際の、本発明による減速機構組立体40の断面図であり、図9（B）は、図9（A）のラインV－Vに沿って切断した際の減速機構組立体40の断面図である。

【図10】プラグ70を回転軸方向Xに見た際の上面図である。

【図11】本発明によるウォーム44の可動量の調整方法を示すフローチャートである。

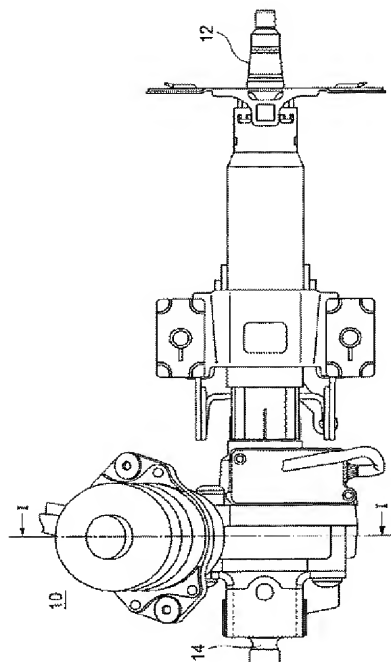
【図12】本発明によるウォーム44の可動量の調整過程で得られる入力－変位線図の一例を示す図である。

【符号の説明】

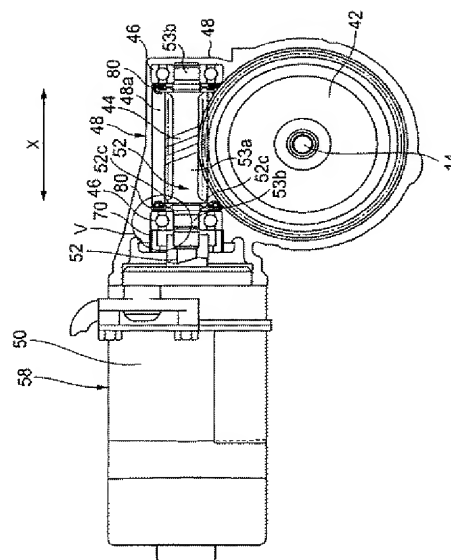
- 10 電動パワーステアリング装置
- 12 入力軸
- 14 出力軸
- 40 減速機構組立体
- 42 ウォームホイール
- 44 ウォーム
- 46 ベアリング
- 48 減速機構組立体のハウジング
- 50 電動モータ
- 52 電動モータの出力軸
- 52 ウォームシャフト

- 58 電動モータ用ハウジング
- 70 プラグ
- 74 ロックナット
- 80 弾性支持体
- 82 皿バネ
- 84 ストップパ
- 86 スペーサ
- 88 カバー
- 92 変位計測装置
- 94 入力装置

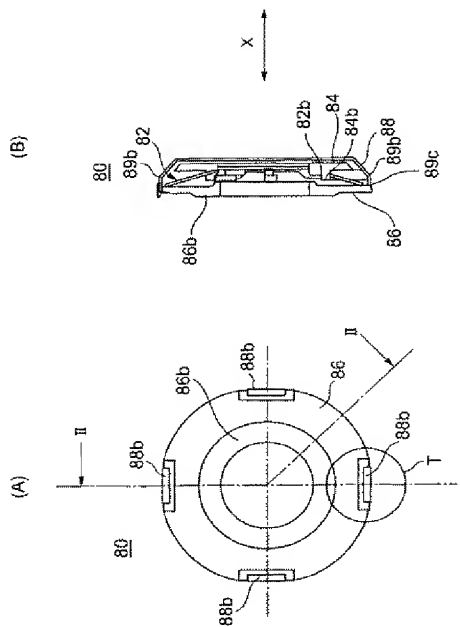
【図1】



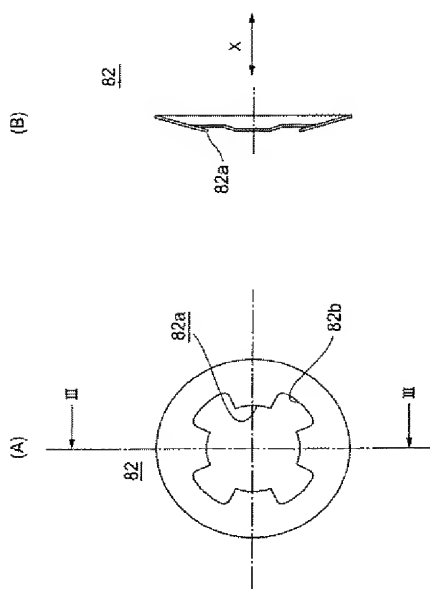
【図2】



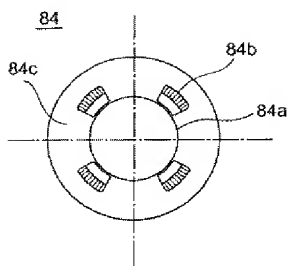
【図3】



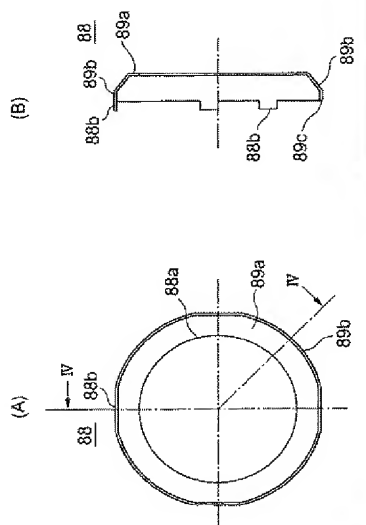
【図4】



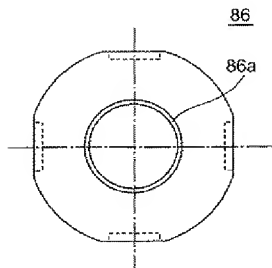
【図5】



【図7】

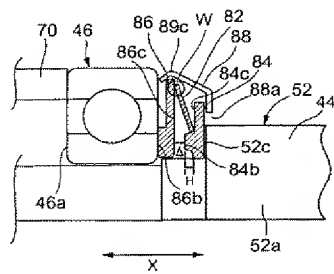


【図6】

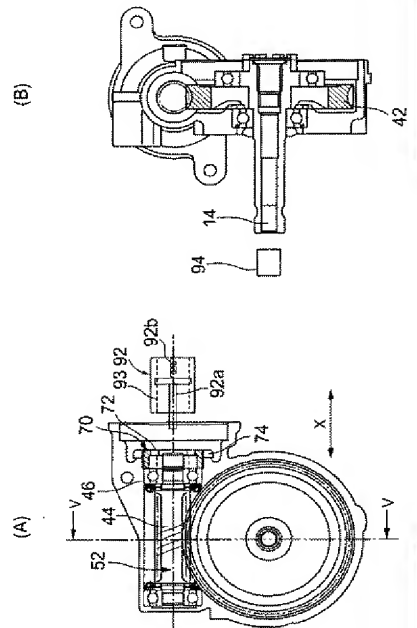




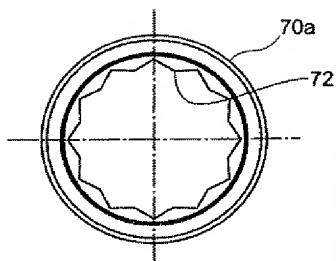
【図8】



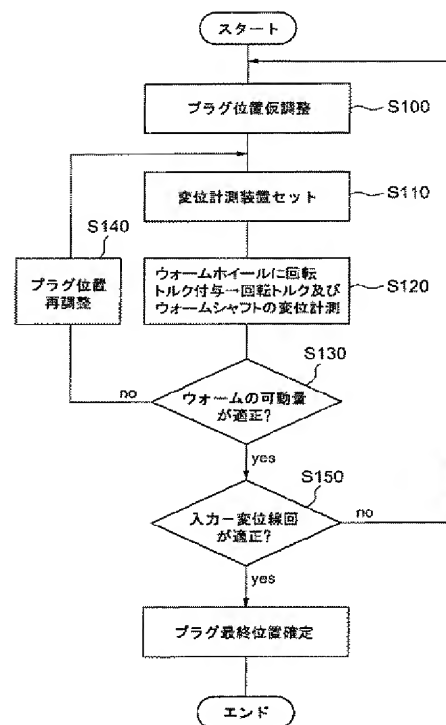
【図9】



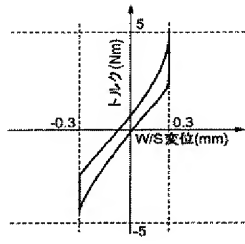
【図10】



【図11】



【図12】



(72)発明者 西川 智久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 米谷 豪朗

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 光洋精工株式会社内

Fターム(参考) 3D033 CA04 JC01 JC15

3J009 DA03 DA11 EA06 EA19 EA23 EA32 EA43 ED13 FA08